

Разработка метода изготовления дифракционной оптической щели с высоким качеством для гиперспектральной аппаратуры

С.А. Фомченков^{1,2}

¹Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

²Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

В работе был предложен метод, позволяющий быстро и дешево изготавливать дифракционные щели с необходимыми параметрами. Были экспериментально исследованы и оптимизированы параметры производства. Плюсом предложенного метода является использование малого количества технологических шагов изготовления и как следствие удешевление процесса и уменьшение времени производства. При этом обеспечивается высокое качество готового оптического элемента за счет использования прямой лазерной записи сфокусированным лазерным излучением и отсутствия прямого механического воздействия на поверхность подложки.

Ключевые слова

дифракционные оптические элементы, дифракция на щели, напыления тонких пленок, прямая лазерная запись, гиперспектральная аппаратура

1. Введение

Задача изготовления качественных оптических элементов, в частности дифракционных щелей, является актуальной и весьма сложной. Элементы, имеющие субволновое разрешение, но при этом большие латеральные размеры требуют особого подхода при их изготовлении [1]. Существующие способы изготовления требуют существенных затрат и тяжело реализуемы в лабораторных масштабах [2]. Поэтому необходим способ позволяющий быстро и дешево изготавливать дифракционные щели с легко варьируемыми параметрами, небольшими партиями, при этом сохраняющий высокое качество готового элемента.

2. Экспериментальная часть

В работе предложен способ, состоящий из двух основных технологических этапов: напыление и прямая лазерная запись. На первом этапе с помощью установки магнетронного напыления на очищенную поверхность кварцевой подложки наносилась пленка Cr толщиной 150 нм. Нанесение пленки осуществляется в вакууме в среде аргона при давлении остаточных паров $1,5 \cdot 10^{-3}$ Па, приблизительное время нанесения 2 минуты. Далее, на втором этапе, в пленке, с помощью прямой лазерной записи сфокусированным лазерным излучением зеленого лазера с длиной волны 532 нм и мощностью 50 мВт, при помощи линейного перемещения подложки с пленкой хрома, формировалась узкая оптически прозрачная полоска, за счет сквозного термохимического окисления пленки хрома до оксида хрома III. При данном подходе ширина формируемой щели обеспечивается положением фокуса пучка лазера относительно поверхности пленки хрома и доступна к изменению в пределах от 1 до 50 мкм. После проделанных этапов получается готовое изделие, без каких либо дополнительных манипуляций, что положительно сказывается на качестве изготавливаемого элемента. Внешний вид готовой дифракционной щели представлен на рисунке 1.

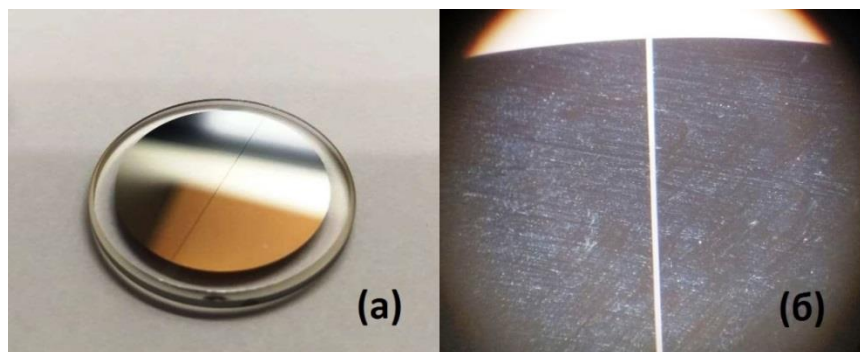


Рисунок 1: Внешний вид подложки с изготовленной щелью (а) и увеличенное (x40) изображение щели под микроскопом (б)

3. Заключение

В результате проделанных исследований были установлены оптимальные параметры прямой лазерной записи, позволяющие создавать высококачественные дифракционные щели, не уступающие по качеству элементам, изготовленным с помощью механических способов, таких как штамповка, фрезеровка. При этом существенно снижены материальные и трудозатраты, а также удалось на порядок уменьшить необходимое время на изготовление, при сохранении высокого качества. В итоге в работе представлены и исследованы изготовленные дифракционные щели с помощью предложенного способа, показана их применимость в оптических схемах [3] для гиперспектральной аппаратуры.

4. Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ (грант № 20-32-70056) в части экспериментального исследования и Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН в частях «Введение» и «Заключение».

5. Литература

- [1] Волков, А.В. Технология создания ДОО / А.В. Волков, Н.Л. Казанский, В.А. Сойфер, Г.В. Успенев // Методы компьютерной оптики. – М., 2000. – С. 239-310.
- [2] Волков, А.В. Расчет скорости плазмохимического травления кварца / А.В. Волков, Н.Л. Казанский, В.А. Колпаков // Компьютерная оптика. – 2001. – № 21. – С. 121–125.
- [3] Скиданов, Р.В. Двухдиапазонная дифракционная решётка для спектрометра на основе схемы Оффнера / Р.В. Скиданов, В.А. Бланк // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 6. – С. 968-971.